

**Международный семинар
по применению детонации в силовых установках
3-5 сентября 2012 г., Г. Цукуба, Япония**

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Каковы на сегодня важнейшие научно-технические достижения в изучении и практическом применении управляемой детонации?

- За последние 10 лет научные исследования в области управляемой детонации значительно продвинулись вперед.
 - a. Огромный прогресс в численном моделировании детонации: трехмерные расчеты, моделирование систем с отдельной подачей топливных компонентов (**Центр ИДГ(РФ)**)
 - b. Достижение долговременной непрерывной работы демонстратора детонационного ракетного двигателя (ДРД) в течение 20 сек (**Р&W, США**)
 - c. Большой прогресс в понимании физики рабочего процесса в ДРД (**РФ, США, Япония, Франция, Китай, Корея**)
- Впервые разработано и испытано импульсно-детонационное горелочное устройство на природном газе (**Центр ИДГ(РФ)**).
- Активно развиваются практические разработки малогабаритных импульсно-детонационных двигателей (ИДД) (**Центр ИДГ(РФ), JAXA (Япония), US AF (США)**)
- Клапанные ИДД для атмосферных и космических полетов.
- ИДД для промышленного применения (горелки, нанесение покрытий, очистка котлов от накипи и др.).

Каковы дальнейшие шаги? Что нам до сих пор непонятно? Какие явления нам следует изучать? Что еще следует доказать? Куда надо вкладывать деньги?

Существуют ли в этой науке белые пятна?

- Взаимодействие между детонационной камерой сгорания (ИДД или ДРД) и турбиной
 - a. Основное внимание на эффективность турбины
 - b. Характеристики двигателя в компоновке с входным и выходным устройством: каковы основные источники потерь и в чем преимущества детонации перед дефлаграцией?**
- Материалы.
 - a. Каково поведение материалов при продолжительной работе двигателя?
 - b. Какие требования необходимо предъявлять к материалам в практических детонационных двигателях?
- Необходимо продолжать НИР и НИОКР по ИДД (включая промышленные приложения).
- **Необходимо продолжать полномасштабное численное моделирование рабочего процесса в ИДД и ДРД, а также экспериментальные работы для проверки численных результатов.**
- Необходимо совершенствовать средства и методы диагностики быстропротекающих детонационных процессов.
 - a. Необходимо развивать математические модели физико-химических процессов при детонации.
 - b. Необходимо повышать предсказательную силу моделей ИДД и ДРД.
- Необходимо развивать простые аналитические модели рабочего процесса в ИДД и ДРД.

- **Необходимо включить в численный счет вопросы теплового состояния стенок двигателей.**
 - a. Существующие модели теплообмена не всегда корректны (существенно неустановившийся теплообмен).
 - b. Необходимы фундаментальные исследования неустановившегося теплообмена в сильно сжимаемых реагирующих течениях.
- **Необходимы более совершенные модели молекулярного и турбулентного смешения.**
- **Необходимы более совершенные модели химических превращений в детонационных волнах.**
 - a. **Необходимо моделировать не только скорость энерговыделения, но и тонкие химико-кинетические эффекты.**
 - b. **Быстрые реакции, многостадийное окисление и др.**
- **Необходимо получить адекватные оценки тяговых характеристик ИДД и ДРД**
 - a. **Почему в литературе имеется большой разброс тяговых характеристик?**
 - b. **Почему получаются такие разные результаты для удельного импульса?**
- **Необходимо определить влияние граничных условий на результаты численных расчетов и понять, какие граничные условия приводят к правильному результату.**
- **Необходимо проводить количественное, а не только качественное сравнение результатов расчетов и экспериментов.**
- **Необходимо больше внимания уделять моделированию двухфазной детонации в ИДД и ДРД, отдавая предпочтение практическим топливам.**
- **Как решить проблему потерь полного давления в смесительной головке ДРД?**
- **Необходимо незамедлительно приступить к внедрению новых технологий управляемого детонационного горения в практику.**
 - a. **Необходимо определиться со всеми недостатками и достоинствами детонационного горения.**
 - b. **Необходимо доказать, что новая технология лучше (более эффективная, легче, компактнее и др.)**
 - i. **Надо определиться, как сравнивать разные технологии.**
 - ii. **Необходимо разработать эталон для такого сравнения.**
 - iii. **Необходимы эталонные эксперименты.**
 - c. **Какие промышленные приложения новой технологии наиболее показательны?**

Каковы наши дальнейшие цели?

- **Провести корректное сравнение между существующими двигательными установками и установками нового поколения.**
 - a. **Разработать и испытать реальный двигатель, демонстрирующий преимущества управляемого детонационного горения.**
 - i. **Этот двигатель не может быть разработан коллективно международным сообществом (двойное назначение); многие вещи будут делаться независимо.**
 - ii. **Необходимо доказать преимущества детонационного цикла для всего человечества.**
- **Сконцентрироваться на проблемах фундаментального характера и на диагностике быстропротекающих процессов.**
- **Понять, существуют ли такие практические задачи, которые можно решить только с помощью новой технологии.**